

PAT-NO: JP411167067A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11167067 A

TITLE: OBJECTIVE LENS FOR MICROSCOPE

PUBN-DATE: June 22, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NAKAJIMA, JIYUNRI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NIKON CORP	N/A
NIKON ENGINEERING:KK	N/A

APPL-NO: JP09332202

APPL-DATE: December 2, 1997

INT-CL (IPC): G02B021/02

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an objective lens excellently compensating chromatic aberration over a wide wavelength range and free from the deterioration of an adhesive by including a 2nd lens group having at least one or more pairs of lenses and having one or more single positive lenses and one or more single negative lenses other than the lenses constituting the pair of lenses.

SOLUTION: This objective lens includes the 2nd lens group G

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-167067

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月22日

(51) IntCl⁶

G 0 2 B 21/02

識別記号

F I

G 0 2 B 21/02

A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-332202

(22) 出願日 平成9年(1997)12月2日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(71) 出願人 591149595

株式会社ニコンエンジニアリング

神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町3丁目30番地4

(72) 発明者 中島 淳史

神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町3-30-4

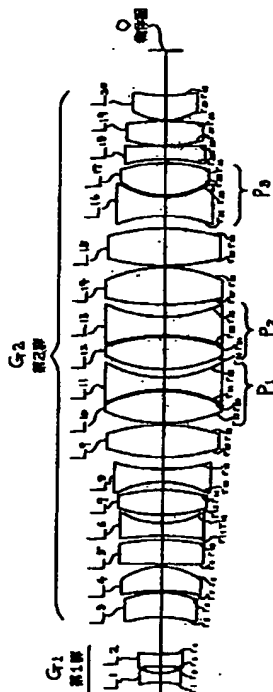
株式会社ニコンエンジニアリング内

(54) 【発明の名称】 顕微鏡対物レンズ

(57) 【要約】

【課題】紫外線領域から可視光線領域までの波長範囲に渡って諸収差特に色収差を良好に補正し、接着剤の劣化の無い顕微鏡対物レンズを提供する。

【解決手段】物体側から遠い側に配置され、全体が負の屈折力を有し、単レンズのみで構成された第1レンズ群G1と、物体側から近い側に配置され、全体が正の屈折力を有し、単レンズのみで構成され、正レンズと負レンズとを空気間隔sを隔てて構成し且つ所定の条件を満足したレンズ対Pを少なくとも1組以上有し、レンズ対Pを構成するレンズ以外に少なくとも1枚以上の単独の正レンズ及び少なくとも1枚以上の単独の負レンズを有する第2レンズ群G2と、を含む顕微鏡対物レンズを提供する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】物体側から遠い側に配置され、全体が負の屈折力を有し、単レンズのみで構成された第1レンズ群と、

物体側から近い側に配置され、全体が正の屈折力を有し、単レンズのみで構成され、正レンズと負レンズとを空気間隔を隔てて構成したレンズ対を少なくとも1組以上有し、前記レンズ対を構成するレンズ以外に少なくとも1枚以上の単独の正レンズ及び少なくとも1枚以上の単独の負レンズを有する第2レンズ群と、を含み、

波長e線における前記レンズ対の負レンズの屈折率と前記レンズ対の正レンズの屈折率との差が、0.024以上で、

波長e線における前記レンズ対の正レンズのアップベ数は、95以上で、

波長e線における前記レンズ対の負レンズのアップベ数は、70以下で、
顕微鏡対物レンズの全長を1とし、前記レンズ対の空気間隔をsとし、前記空気間隔をはさんで、前記レンズ対の正レンズの曲率半径を r_{2p} とし、前記レンズ対の負レンズの曲率半径を r_{2n} としたとき、以下の条件を満足することを特徴とする顕微鏡対物レンズ。

$$0.0001 < s/1 < 0.01$$

$$0.95 < r_{2p}/r_{2n} < 1.05$$

【請求項2】前記レンズ対を3つ以上有し、該3つのレンズ対の全ては以下の条件を満足することを特徴とする請求項1記載の顕微鏡対物レンズ。

$$0.0001 < s/1 < 0.01$$

$$0.95 < r_{2p}/r_{2n} < 1.05$$

【請求項3】前記第2レンズ群は、正屈折力のレンズを10枚以上有することを特徴とする請求項1または2記載の顕微鏡対物レンズ。

【請求項4】前記第2レンズ群は、両凸形状の正屈折力レンズを8枚以上有することを特徴とする請求項1乃至3記載の顕微鏡対物レンズ。

【請求項5】前記第2レンズ群は、負屈折力のレンズを5枚以上有することを特徴とする請求項1乃至4記載の顕微鏡対物レンズ。

【請求項6】前記第2レンズ群は、15枚以上の単レンズから構成されることを特徴とする請求項1乃至5記載の顕微鏡対物レンズ。

【請求項7】前記第1レンズ群は、2枚の負屈折力のレンズのみからなることを特徴とする請求項1乃至6記載の顕微鏡対物レンズ。

【請求項8】前記顕微鏡対物レンズは石英及び螢石によって構成されることを特徴とする請求項1乃至7記載の顕微鏡対物レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、顕微鏡対物レンズ

に関し、特に、無限遠補正型の顕微鏡対物レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】従来からの半導体素子の製造工程に用いられる顕微鏡対物レンズは、大半が可視光線領域や赤外線領域で使用されている。この場合は、主に、YAGレーザ等を顕微鏡本体に搭載して、半導体ICパターン上の異物等にレーザ光を照射し、ICパターンの回路の一部を切断除去（リペア・マーキング）を行っている。

10 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、現在、ICパターン上の保護膜の硬化剤除去等という目的で、リペア・マーキング時に紫外線を用いる加工が要求されるようになってきている。ところが、肉眼観察或いは可視光線領域に感度特性を有するテレビカメラによる観察等を行うと同時に、YAGレーザを利用した高調波等の紫外線領域でICパターン上の保護膜の硬化剤除去等を行う場合には、次のような問題点が存在する。すなわち、可視光線領域において結像条件を満たすように焦点合わせをしたとしても、紫外線領域では結像条件を満たさず、そのために、YAGレーザを利用した高調波等のレーザスポットをICパターンの正確な位置に照射することができない。あるいは、正確に照射するためには、肉眼で見ることでできないYAGレーザを利用した高調波等のレーザスポットを数回照射して焦点合わせをしなければならぬという問題点が存在した。

【0004】また、紫外線領域を使用するということがあって、接合レンズの接合面に使用する接着剤が劣化してしまうという問題も存在する。従って、本発明は、前項の問題点に鑑み、紫外線領域から可視光線領域までの波長範囲に渡って諸収差特に色収差を良好に補正し、接着剤の劣化の無い顕微鏡対物レンズを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明では、物体側から遠い側に配置され、全体が負の屈折力を有し、単レンズのみで構成された第1レンズ群G1と、物体側から近い側に配置され、全体が正の屈折力を有し、単レンズのみで構成され、正レンズと負レンズとを空気間隔sを隔てて構成したレンズ対Pを少なくとも1組以上有し、レンズ対Pを構成するレンズ以外に少なくとも1枚以上の単独の正レンズ及び少なくとも1枚以上の単独の負レンズを有する第2レンズ群G2と、を含み、波長e線におけるレンズ対Pの負レンズの屈折率とレンズ対Pの正レンズの屈折率との差が、0.024以上で、波長e線におけるレンズ対Pの正レンズのアップベ数は、95以上で、波長e線におけるレンズ対Pの負レンズのアップベ数は、70以下で、顕微鏡対物レンズの全長を1とし、レンズ対Pの空気間隔をsとし、空気間隔をはさんで、レンズ対Pの正レンズの曲率半径を r_{2p} とし、レンズ対Pの

負レンズの曲率半径を r_{2n} としたとき、以下の条件を満足する顕微鏡対物レンズを提供する。

*【0006】

$$0.0001 < s/l < 0.01 \quad (1)$$

$$0.95 < r_{2p}/r_{2n} < 1.05 \quad (2)$$

【0007】

【発明の実施の形態】本発明では、上述のように、全て単レンズを用いている。従って、接着面が存在しないので、接着剤の劣化は無くなっている。また、レンズ対Pの屈折率差を0.024以上とし、レンズ対Pの正レンズのアップ数を95以上とし、レンズ対Pの負レンズのアップ数を70以下とし、条件(1)及び(2)を満足することで、球面収差等の単色収差と色収差とを同時に良好に補正することが可能になる。

【0008】もし、レンズ対Pの屈折率差を0.024未満にすると、正レンズと負レンズとが向かい合った面での曲率半径が小さくなり、高次の球面収差が発生し、第1レンズ群で良好な収差の補正ができなくなる。特に、紫外線領域で発生する高次の収差と可視光線領域で発生する高次の収差とのバランスがくずれて、収差の補正が極めて困難になる。

【0009】また、レンズ対Pの正レンズのアップ数を95未満にすると、紫外線領域と可視光線領域での各波長の球面収差、コマ収差等の発生に多大なずれを生じ、各波長の諸収差を同時に補正することが困難になる。更に、正レンズと負レンズとのアップ数の差が小さくなり、色収差を除去しようとする場合に、正レンズと凹レンズのパワーを強くしなければならず、球面収差、コマ収差等の高次収差の発生を招くことになる。

【0010】レンズ対Pの負レンズのアップ数を70より大きくすると、正レンズのアップ数と負レンズのアップ数との差が小さくなって、前述したように高次収差の発生を招く。尚、ここで、レンズ対Pの負レンズのアップ数を67以上とすると、更に良い結果が得られる。その理由は、レンズ対Pの負レンズのアップ数を極端に小さくしてしまうと、正レンズのアップ数と負レンズのアップ数との差が大きくなり、球面収差、コマ収差等の諸収差の補正には有利になるが、負レンズの分散が大きくなる。従って、波長による収差の差が大きくなり、同時に収差を補正するのが困難になる。また、最短波長と最長波長とで色収差を補正すると、中間波長の色収差が補正されない等の不都合を招き良好な色収差補正ができなくなる。

【0011】上記(1)の条件及び(2)の条件は、色収差を良好に補正するための条件であり、条件(1)を満足しつつ、条件2を満足させるようにする。上記

(2)の条件は、第2レンズ群の前述の空気間隔の条件で構成させたレンズ対Pの正レンズと負レンズの向かい合わせた側の曲率半径の比を規定するものである。条件(2)を満たすこと、つまり、レンズ対Pの正レンズと負レンズの向かい合わせた側の曲率半径をほぼ同じ値に※50

※することにより、色収差の補正及び各波長での球面収

差、コマ収差等の高次の収差を同時に補正することが可能になる。条件(2)の上限を越えると、空気間隔が広くなってしまい、良好な色収差補正ができなくなる。また、条件(2)の下限を越えると、硝子同士が接触してしまい、製造上無理なレンズ構成になってしまう。

【0012】ここで、更に、レンズ対Pを3つ設け、3つのレンズ対に条件(1)及び(2)を満足させることが好ましい。この様にすることで、更に、色収差を良好に補正した顕微鏡対物レンズを提供することができる。また、本発明では、請求項3乃至7をそれぞれ満足すること、つまり、多数のレンズを用いることが好ましい。多数のレンズを用いることで、球面収差や歪曲収差といった単色収差を良好に補正できる。

【0013】更に、紫外線の透過光量を増すために、石英や螢石を用いることが好ましい。

【0014】

【実施例】以下に図1を参照して、本発明の実施例を詳細に説明する。本発明に係る実施例は、倍率 β が50倍で、焦点距離 f が4.0mmで、開口数N.A.が0.4で、作動距離W.D.が5.0mmの顕微鏡対物レンズである。ここで、作動距離W.D.は、第2レンズ群G2の最も物体側のレンズの面の頂点から物体面までの距離である。また、倍率 β は、焦点距離200mmの結像レンズを付けたときの倍率である。

【0015】第1レンズ群G1は、両凹負レンズL1と両凹負レンズL2とで構成される。当然、第1レンズ群G1の屈折力は、負である。第2レンズ群G2は、物体面から遠い側から近い側に向かって順に、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL3、物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズL4、両凸正レンズL5、両凹負レンズL6、両凸正レンズL7、両凹負レンズL8、両凸正レンズL9、両凸正レンズL10と両凹負レンズL11とが空気間隔0.2mm離されて構成された第1レンズ対P1、両凸正レンズL12と両凹負レンズL13とが空気間隔0.2mm離されて構成された第2レンズ対P2、両凸正レンズL14、両凸正レンズL15、両凹負レンズL16と両凸正レンズL17とが空気間隔0.2mm離されて構成された第3レンズ対P3、両凹負レンズL18、両凸正レンズL19及び物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正レンズL20とから構成される。尚、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2とは、最も大きい空気間隔によって分けられる。

【0016】以下の表1に実施例の諸量を示す。表1中で、 $n = 1.43494$ が螢石で、 $n = 1.46012$ が石英を示している。

【0017】

* * 【表1】

 $\beta = 50X$ $f = 4.0\text{mm}$ $N.A. = 0.4$ $W.D. = 5.0\text{mm}$

面番号	曲率半径 r	面間隔 d	屈折率 n	アッペ数 ν		
1	-13.249	1.3	1.43494	95.49	L 1	G 1
2	5.690	0.7				
3	-20.270	1.5	1.46012	68.09	L 2	
4	22.899	4.5				
5	-16.200	3.0	1.43494	95.49	L 3	G 2
6	-13.130	0.3				
7	-26.787	3.0	1.46012	68.09	L 4	
8	-8.549	0.3				
9	239.120	3.0	1.43494	95.49	L 5	
10	-27.500	0.5				
11	-36.119	1.5	1.46012	68.09	L 6	
12	10.612	1.0				
13	18.350	3.0	1.43494	95.49	L 7	
14	-22.088	1.0				
15	-12.354	1.5	1.46012	68.09	L 8	
16	21.600	1.5				
17	23.580	4.0	1.43494	95.49	L 9	
18	-22.565	0.2				
19	18.750	4.0	1.43494	95.49	L 10	P 1
20	-16.600	0.2				
21	-16.385	1.5	1.46012	68.09	L 11	P 1
22	15.440	1.0				
23	16.869	4.0	1.43494	95.49	L 12	P 2
24	-23.900	0.2				
25	-25.000	2.3	1.46012	68.09	L 13	P 2
26	17.900	1.5				
27	32.000	4.6	1.43494	95.49	L 14	
28	-17.300	0.2				
29	27.600	4.6	1.43494	95.49	L 15	
30	-24.820	1.5				
31	-18.228	2.3	1.46012	68.09	L 16	P 3
32	10.284	0.2				
33	10.130	4.0	1.43494	95.49	L 17	P 3
34	-18.700	0.5				
35	-20.640	1.5	1.46012	68.09	L 18	
36	78.547	0.15				
37	17.900	3.0	1.43494	95.49	L 19	
38	-38.430	0.15				
39	8.056	3.0	1.46012	68.09	L 20	
40	13.000					

本実施例で、レンズ対の負レンズの屈折率とレンズ対の正レンズの屈折率との差は0.025で、レンズ対の正レンズのアッペ数は95.49で、負レンズのアッペ数※50

※は68.09である。また、条件式の値は、表2の通りである。

【0018】

【表2】

	(s/l)	(r _{2p} /r _{2n})
20, 21面	0.00277	1.013
24, 25面	0.00277	0.956
32, 33面	0.00277	0.985

図1に示した実施例の収差を図2に示す。球面収差図では、e線、YAGレーザの発振波長の第4高調波(266nm)、YAGレーザの発振波長の第3高調波(355nm)及びYAGレーザの発振波長の第2高調波(532nm)の各々についての球面収差を示している。球面収差図より、球

*で、請求範囲の条件を効果的に利用することにより、紫外線領域から可視光線領域までの色収差やその他の諸収差を良好に補正し、接合レンズでの構成を排除した、無限遠補正型の顕微鏡対物レンズを実現することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の実施例のレンズ構成図である。

【図2】図2は、実施例の収差図である。

【符号の説明】

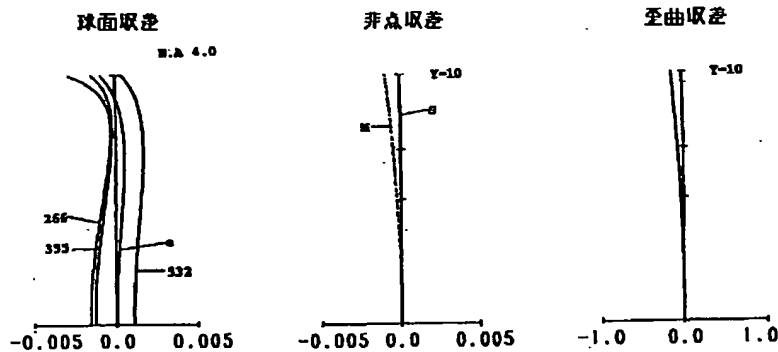
G1	第1レンズ群
G2	第2レンズ群
P1	第1レンズ対
P2	第2レンズ対
P3	第3レンズ対

【0019】また、非点収差図及び歪曲収差図中、Yは、焦点距離200mmの結像レンズを付けたときの像高を示す。非点収差は像高Y=10mmについて示しており、サジタル面S及びメリジオナル面Mについて良好な補正がされていることがわかる。歪曲収差も同様に像高Y=10mmについて示されており、良好な補正がされていることがわかる。

【0020】

【発明の効果】本発明は、上記のような構成にしたの

【図2】



【図1】

